

Diversidad y estacionalidad en los ensambles de lagartos y serpientes en Cerro Azul, Parque Nacional Chagres, Panamá

Diversity and seasonality in lizard and snake assemblages in Cerro Azul, Chagres National Park, Panama

Ángel Sosa-Bartuano^{1,2,3*}, Rafael Samudio Jr¹ & Julieta Carrión de Samudio¹

¹ Centro de Investigación y Capacitación en Conservación de la Biodiversidad, Sociedad Mastozoológica de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá. ²Red Mesoamericana y del Caribe para la Conservación de Anfibios y Reptiles. ³Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá, Campus Octavio Méndez Pereira, Ciudad de Panamá, Panamá. Autor de correspondencia: asosa2983@gmail.com

RESUMEN

Se estudió el efecto de la estacionalidad en la riqueza y abundancia de los ensambles de lagartos y serpientes en hábitats riparios de Cerro Azul, Parque Nacional Chagres, Panamá. Se hizo muestreos diurnos y nocturnos en transectos (200 x 3 m, 600-700 m de elevación) de febrero a julio de 2009. Se registraron 11 especies de lagartos, con *Norops poecilopus* (60 observaciones) y *Basiliscus basiliscus* (46 observaciones) como las más abundantes, y 17 especies de serpientes, siendo *Sibon argus* (9 observaciones) e *Imantodes cenchoa* (6 observaciones) las más comunes. La abundancia de lagartos fue similar entre estaciones (68 vs. 72), mientras que la de serpientes fue mayor en la estación lluviosa (11 vs. 30). La diversidad de Shannon (q1) fue mayor en la estación lluviosa (8.0 vs. 6.7), pero la abundancia no mostró diferencias significativas entre estaciones ($U = 409.5$, $p = 0.52$) ni meses ($H = 7.26$, $p = 0.21$). El dendrograma de similitud agrupó los meses en dos grupos principales con diferencias en la composición de especies, indicando una estructura temporal. El Análisis de Correspondencia Canónico mostró que la temperatura y precipitación influyeron en la composición de los ensambles, con los lagartos asociados a temperaturas más altas y menor precipitación, y las serpientes a lo opuesto. La composición de los ensambles de lagartos y serpientes en Cerro Azul mostró una influencia de la estacionalidad y la abundancia relativa no varió significativamente entre estaciones.

Palabras clave: herpetofauna, abundancia relativa, diversidad, hábitat ripario, regresión cuantílica.

ABSTRACT

The effect of seasonality on reptile assemblages in riparian habitats of Cerro Azul, Chagres National Park, Panama, was studied through diurnal and nocturnal surveys in transects (200 x 3 m, 600-700 m elevation) from February to July 2009. Eleven lizard species were recorded, with *Norops poecilopus* (60 observations) and *Basiliscus basiliscus* (46 observations) as the most abundant, and 17 snake species, with *Sibon argus* (9 observations) and *Imantodes cenchoa* (6 observations) as the most common. Lizard abundance was similar between seasons (68 vs. 72), while snake abundance was higher in the rainy season (11 vs. 30). Shannon diversity (q1) was higher in the rainy season (8.0 vs. 6.7), but abundance did not differ significantly between seasons ($U = 409.5$, $p = 0.52$) or months ($H = 7.26$, $p = 0.21$). The similarity dendrogram grouped months into two main clusters with differences in species composition, indicating temporal structuring. CCA showed that temperature and precipitation influenced assemblage composition, with lizards associated with higher temperatures and lower precipitation, and snakes with the opposite. The lizards and snakes assemblages in Cerro Azul showed an influence of seasonality and the relative abundance did not vary significantly between seasons.

Keywords: herpetofauna, relative abundance, diversity, riparian habitat, quantile regression.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la importancia de los reptiles en los procesos ecológicos ha sido subestimada, debido en parte a la mayor concentración de investigaciones ecológicas en regiones templadas, donde la diversidad de reptiles es comparativamente menor (Heatwole y Sexton, 1966; Gibbons y Dorcas, 2004; Beaupre y Douglas, 2009; de Miranda, 2017). En los trópicos, los reptiles desempeñan funciones importantes en diversos procesos ecológicos. Estos incluyen: dispersión de semillas, polinización, epibiosis, ciclo de nutrientes entre ecosistemas acuáticos y terrestres, regulación de poblaciones de presas y como alimento a otros depredadores (Cortés-Gómez *et al.*, 2015; de Miranda, 2017). Las serpientes, en particular, tienen sensibilidad a los cambios ambientales (Beaupre y Douglas, 2009). Su presencia y abundancia puede indicar la calidad del hábitat, disponibilidad de presas y salud del ecosistema (Zipkin *et al.*, 2020; Beaupre y Douglas, 2009). Igualmente, los lagartos también contribuyen de forma significativa a la dinámica de los ecosistemas tropicales (Campbell, 1973).

Los trabajos sobre ecología de ensambles de lagartos se han centrado en los desiertos a nivel global (Pianka, 1986; James, 1994), siendo los anolis el grupo mejor estudiado en el Neotrópico (Vitt y Pianka, 1994). Sin embargo los estudios en ensambles de lagartos neotropicales siguen siendo pocos (Magnusson *et al.*, 1985; Duellman, 1987; Araujo, 1991; Vitt, 1991; Colli *et al.*, 1992; Gasnier *et al.*, 1994; Vitt y Carvalho, 1995; Vitt y Zani, 1996; Mesquita *et al.*, 2007; Suazo-Ortuño *et al.*, 2008; de Pinho Werneck *et al.*, 2009; Palmeirim *et al.*, 2017; Gonçalves-Sousa *et al.*, 2019). En el caso de las investigaciones en ensambles de serpientes neotropicales, la información es más escasa, con una concentración de trabajos en Brasil (França *et al.*, 2008; Rocha *et al.*, 2008; Urbina-Cardona *et al.*, 2008; Hartmann *et al.*, 2009; Rodrigues *et al.*, 2016; Frazão *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2020).

La investigación sobre la ecología de ensambles de reptiles en Panamá presenta vacíos importantes, especialmente en áreas protegidas como el Parque Nacional Chagres, reconocido por su alta biodiversidad y variedad de hábitats (Candanedo y Samudio, 2005). Aunque existen varios estudios sobre la ecología de lagartos del género *Norops* en Panamá, la mayoría se ha centrado en la Isla Barro Colorado (Sexton *et al.*, 1963; Heatwole y Sexton, 1966; Sexton *et al.*, 1971; Campbell, 1973; Fleming y Hooker, 1975; Andrews, 1991; Stapley *et al.*, 2015; Andrews y Rand, 2022), con algunos estudios en otras familias de lagartos (Telford y Campbell, 1970; Telford, 1971). Se han realizado pocas investigaciones en otras regiones del país, siendo el trabajo de Campbell (1973) un ejemplo donde se estudió las poblaciones de *Norops lionotus* y *Norops poecilopus* en varias provincias. La información sobre ecología de ensambles en serpientes para Panamá es comparativamente menor (Dunn, 1949; Turner, 1961; Ray *et al.*, 2012; Lewis *et al.*, 2013; Mack Prado *et al.*, 2024).

En esta línea, este estudio caracterizó los ensambles de serpientes y lagartos en Cerro Azul, Parque Nacional Chagres, documentando su riqueza y abundancia durante seis meses, comparando estaciones seca y lluviosa, y evaluando la influencia de la temperatura y la precipitación. Se plantea la hipótesis de que estos ensambles varían significativamente entre estaciones debido a las diferencias climáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo entre febrero y julio de 2009, haciendo 10 salidas de campo con cuatro días de duración cada una. En los meses de marzo, mayo, junio y julio se hizo dos salidas de campo, una en la primera mitad y otra en la segunda mitad del mes, identificadas como I y II, respectivamente. En febrero y abril, por limitaciones logísticas, se hizo una salida por mes.

Se marcó transectos de aproximadamente 200 x 3 m en tres zonas asociadas a dos quebradas y el río Indio en el bosque próximo a la estación de guardaparques del Ministerio de Ambiente de Cerro Azul (Fig. 1 y 2). Los tres transectos se ubicaron entre 600 y 700 m de elevación. Todos los transectos fueron georeferenciados con un dispositivo GPS Garmin 65S, tomando las coordenadas geográficas en el sistema de referencia WGS84. Las coordenadas obtenidas fueron: Transecto 1 de río Indio (9.20361° N, -79.39745° O), Transecto 2 de quebrada (9.20228° N, -79.39863° O) y Transecto 3 de quebrada (9.20087° N, -79.39848° W).

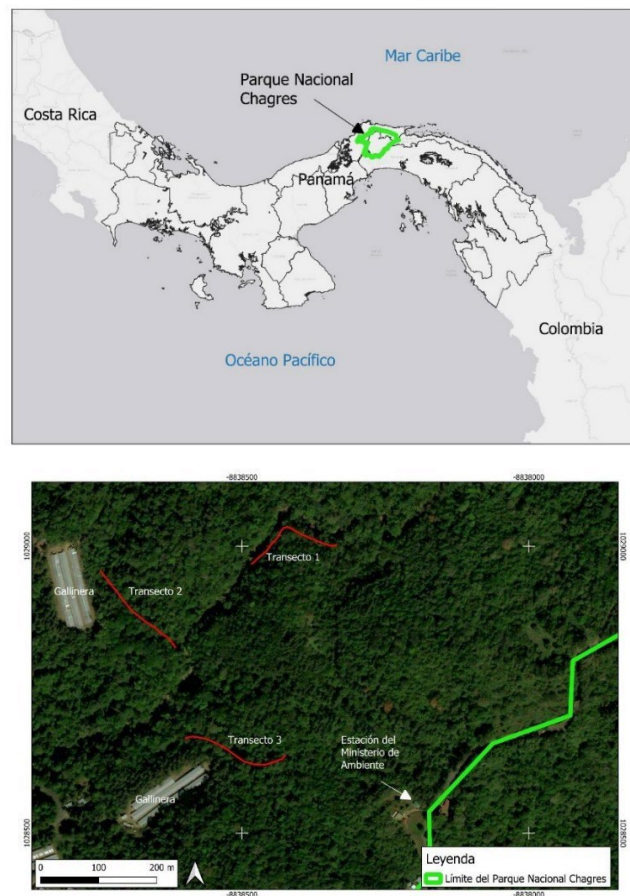


Figura 1. Mapa del área de estudio en cerro Azul, Parque Nacional Chagres, Panamá, indicando la ubicación de los transectos estudiados.

El trabajo se desarrolló en la zona de vida bosque tropical húmedo (ANAM, 2010), el área se caracteriza por la presencia de bosque secundario maduro intercalado con algunos pinos (*Pinus caribaea*). Las principales actividades económicas en la zona incluyen la cría de aves

de corral y el desarrollo inmobiliario rural. Durante la estación seca, se observó diferencias en las características de los cuerpos de agua: las quebradas tenían abundante hojarasca, mientras que el río tenía poca. Además, las quebradas se encontraban bajo la sombra del dosel del bosque, comparado con el río, que recibía radiación solar directa (Fig. 2).



Figura 2. Hábitats muestreados en los tres sitios. A) Transecto 1 sin dosel. B) Transecto 2 con dosel cerrado. C) Transecto 3 con dosel cerrado.

El muestreo se realizó mediante recorridos en los transectos por dos investigadores. Se realizaron tres recorridos diurnos (8:00-10:00 h) y tres nocturnos (19:00-21:00 h) por cada salida de campo, asegurando que cada transecto fuera muestreado una vez durante el día y una vez durante la noche. La identificación de las especies se hizo con ayuda de literatura especializada (Savage, 2002; Köhler, 2003). La abundancia de cada especie corresponde a la suma de las observaciones en los tres transectos. En este estudio, empleamos el término ensamble para referirnos al conjunto de especies de lagartos o serpientes en el área de estudio. Esta definición considera los ensambles como subconjuntos taxonómicos dentro de una comunidad (Fauth *et al.*, 1996).

Registro y obtención de datos climáticos

La información mensual de temperatura se registró en campo con un termómetro digital y los datos de precipitación mensual se obtuvieron del portal web (<https://panama.aquaticinformatics.net/Data/Dashboard/6>), provistos por la Autoridad del Canal de Panamá, específicamente de la estación hidrometeorológica en río Piedras, la cual se ubica aproximadamente a una distancia de 9 km del área de estudio (Fig. 3).

Análisis de datos

En el presente estudio, se priorizó el bienestar e integridad de los reptiles, optando por no marcar los individuos con cortes de falanges o escamas (Olivera-Tlahuel *et al.*, 2017). Esto contribuye a una sobreestimación de la abundancia al aumentar la probabilidad de contar más de una vez un individuo, particularmente aquellos con alta fidelidad de percha, como algunas especies de los géneros *Dactyloa* y *Norops* (Molina Zuluaga y Gutiérrez Cárdenas, 2007). Para minimizar este sesgo, se tomó tres estrategias. Primero, las identificaciones fueron realizadas por dos observadores con experiencia. Segundo, se hizo un esfuerzo por reconocer a los individuos cuando se encontraban en la misma percha. Tercero, se utilizó el registro fotográfico como herramienta para diferenciar entre individuos de apariencia similar, siempre que fue posible. A pesar de estas medidas, se asume que la repetición en

el conteo no pudo eliminarse por completo. En consecuencia, en este trabajo, se emplea el término “observación” en lugar de “individuo”.

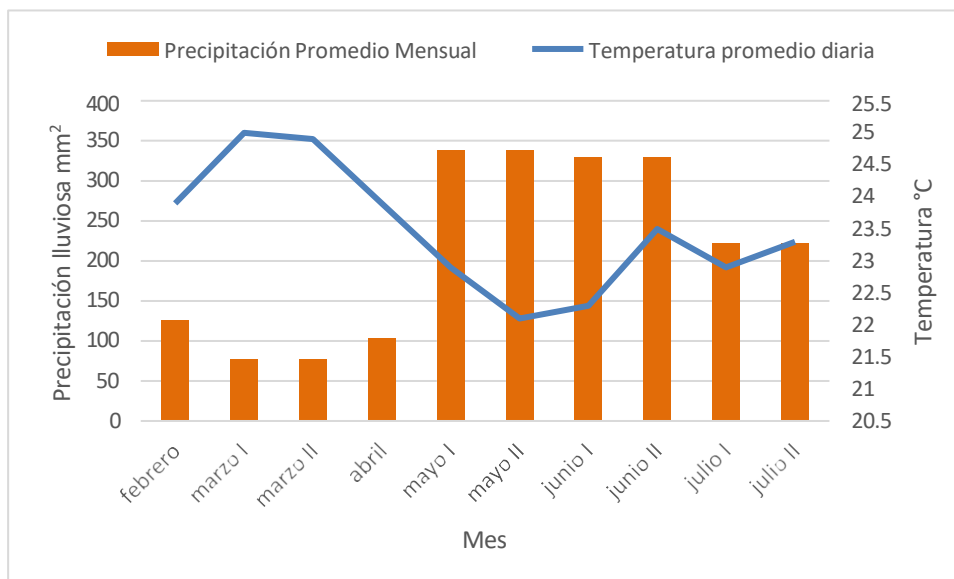


Figura 3. Climograma. Temperatura ambiental promedio diaria de Cerro Azul y precipitación lluviosa mensual de la estación de río Piedra, Parque Nacional Chagres.

Los datos de abundancia, tanto por salida de campo como por estación, no se tienen distribución normal, de acuerdo a las pruebas de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Bera, realizadas con el programa PAST, versión 4.17 (Hammer *et al.*, 2001). Esta falta de normalidad justificó el empleo de métodos estadísticos no paramétricos y regresión cuantílica para el análisis de los datos.

Los análisis de riqueza y abundancia se hicieron de forma independiente para lagartos y serpientes, considerando las diferencias fundamentales en sus historias de vida y funciones ecológicas (Vitt *et al.*, 2003). Sin embargo, los análisis de diversidad, tanto temporal como en la evaluación del efecto de las variables ambientales, se hicieron combinando los datos de ambos ensambles. Se combinó los datos por la necesidad de aumentar el tamaño de muestra y el poder estadístico. Esto es aceptado en estudios ecológicos donde el tamaño de muestra es limitado, permitiendo una evaluación más robusta de la diversidad y las respuestas de los ensambles a las variaciones ambientales (Jennions y Møller, 2003).

Se comparó la abundancia de reptiles entre las salidas de campo y las estaciones, mediante la prueba U de Mann-Whitney, utilizando el programa PAST, versión 4.17. La estimación de la riqueza específica se realizó mediante la generación de una curva de acumulación de especies, elaborada en R (versión 4.4.2) y RStudio. También se calculó los índices de diversidad de Shannon con el programa R.

Se visualizó y analizó las diferencias en la composición de reptiles entre los meses de muestreo con un dendrograma de similitud. Este se construyó aplicando el índice de Bray-Curtis, una medida que permite cuantificar la similitud o disimilitud en la composición de

especies entre diferentes muestras (Ricotta y Podani, 2017). Adicionalmente, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para visualizar y confirmar las diferencias en la composición de especies entre los meses de muestreo. El ACC, se utilizó para clarificar las relaciones entre los ensambles de especies y las variables ambientales, específicamente temperatura y precipitación (ter Braak y Verdonschot, 1995).

Se hizo la comparación de la diversidad de Shannon (q_1) entre las dos estaciones con la prueba U de Mann-Whitney (Hammer *et al.*, 2001).

Se analizó la relación entre la abundancia y las variables ambientales (temperatura y precipitación) aplicando regresión cuantílica, con el programa PAST versión 4.17 y el paquete *quantreg* en R (versión 4.4.2). La regresión cuantílica, permitió evaluar la influencia de las variables predictoras en diferentes puntos de la distribución de la variable respuesta, en este caso, la abundancia de reptiles. Se ajustó modelos para cinco cuantiles (0.1, 0.25, 0.5, 0.75 y 0.9), lo que permitió una evaluación del efecto de las variables ambientales a lo largo de la distribución de la abundancia.

Se usó el modelo de lenguaje grande Gemini (Google AI) para mejorar claridad y fluidez del texto. Las sugerencias del modelo se enfocaron en precisión léxica y coherencia sintáctica, e incorporadas después de la revisión de los autores.

RESULTADOS

Riqueza y abundancia de los ensambles de lagartos y serpientes

Se invirtió 236 h/hombre de muestreo (dividido en 119.68 horas/persona de esfuerzo diurno y 117.16 horas/persona de esfuerzo nocturno). Se obtuvo 28 especies de reptiles escamosos, distribuidas en 11 especies de lagartos (pertenecientes a ocho familias y 10 géneros) y 17 especies de serpientes (clasificadas en cuatro familias y 14 géneros). Las familias con mayor número de especies fueron Dipsadidae con 10 especies y Anolidae con tres especies (Tabla 1).

Respecto a la distribución de la abundancia entre los saurios, el lagarto *Norops poecilopus* Cope, 1862 fue la especie más abundante con 60 observaciones (45.8%), seguida por *Basiliscus basiliscus* (Linnaeus, 1758) con 46 observaciones, *Lepidoblepharis xanthostigma* (Noble, 1916) con 22 observaciones y *Dactyloa frenata* Cope, 1899 con tres observaciones. La especie *Enyalioides heterolepis* (Bocourt, 1874) registró una observación (Fig. 4).

Entre las serpientes, la especie más abundante fue *Sibon argus* (Cope, 1875) con nueve observaciones (24.3%), seguida por *Imantodes cenchoa* (Linnaeus, 1758) con seis observaciones, *Coniophanes fissidens* (Günther, 1858) y *Chironius grandisquamis* (Peters, 1869) con cuatro observaciones cada una. Las especies restantes obtuvieron una observación, incluyendo *Hydromorphus concolor*, *Leptodeira rhombifera*, *Leptophis occidentalis*, *Oxybelis brevirostris*, *Rhadinaea decorata*, *Pliocercus euryzonus*, y *Micrurus multifasciatus* (Fig. 5).

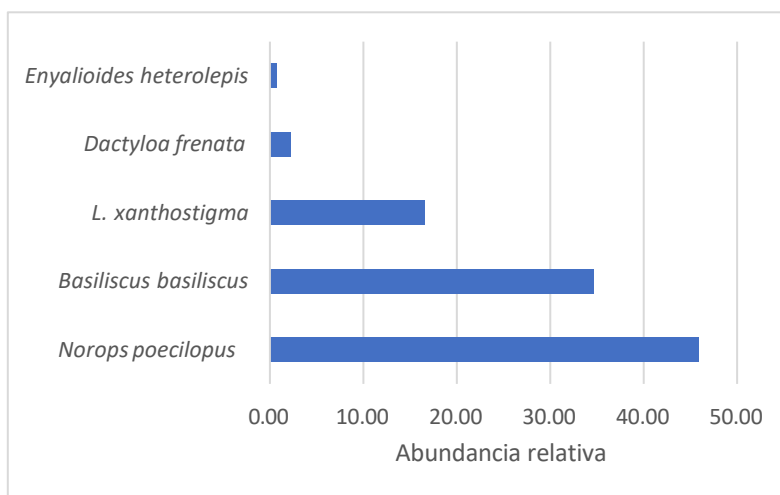


Figura 4. Abundancia relativa de los lagartos observados.

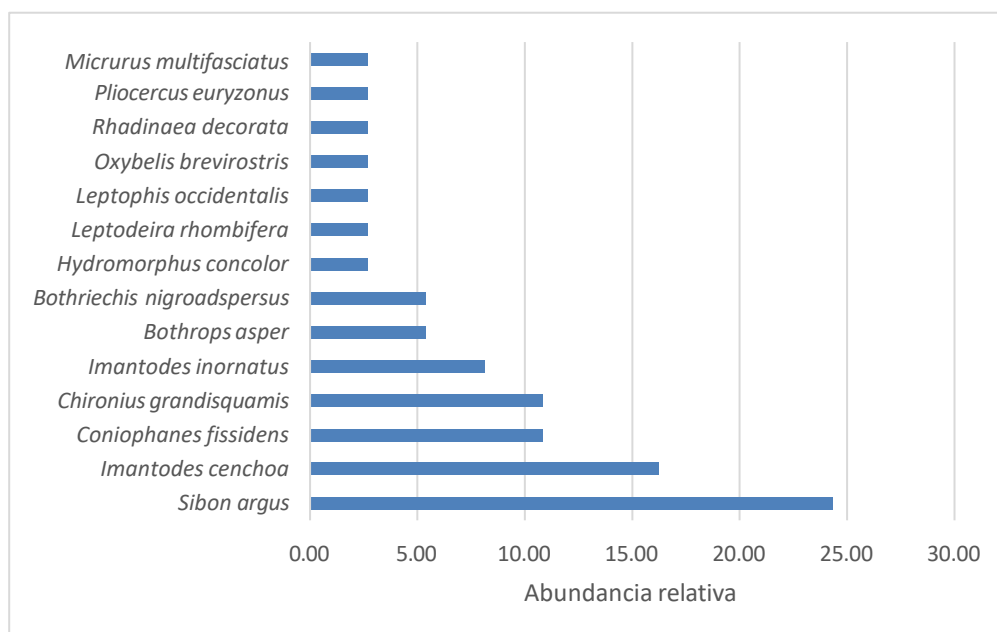


Figura 5. Abundancia relativa de las serpientes observadas.

Diversidad estacional

Se observaron nueve especies de lagartos en la estación seca y siete en la lluviosa. Para las serpientes, los registros fueron de ocho especies en la seca y 12 en la lluviosa (Fig. 6; Tabla 1). El mes con mayor riqueza de lagartos fue marzo II con siete especies, seguido por julio I (seis especies) (Tabla 1). Los meses con menor riqueza fueron marzo I, junio I y II con dos especies cada uno. En el caso de las serpientes, los meses de abril, junio II y julio II presentaron la mayor riqueza, con cinco, siete y cinco especies respectivamente. Febrero no registró ninguna serpiente, mientras que marzo I y julio I solo registraron una especie cada uno (Fig. 6).

Se registró 180 observaciones, de las cuales 140 fueron lagartos y 40 serpientes. En la estación seca (febrero-abril) se registraron más lagartos (68) que serpientes (11). En la estación lluviosa (mayo-julio) se registraron 72 lagartos y 29 serpientes. Los lagartos presentaron dos picos de abundancia: el mayor en abril, con 27 observaciones, y otro en julio I, con 11 observaciones. La menor abundancia de lagartos se observó en marzo I y junio II. En el caso de las serpientes, el pico de mayor abundancia se registró en julio I (11 observaciones). Marzo II y abril también mostraron una abundancia considerable, aunque fue la mitad de la observada en julio I (Fig. 7).

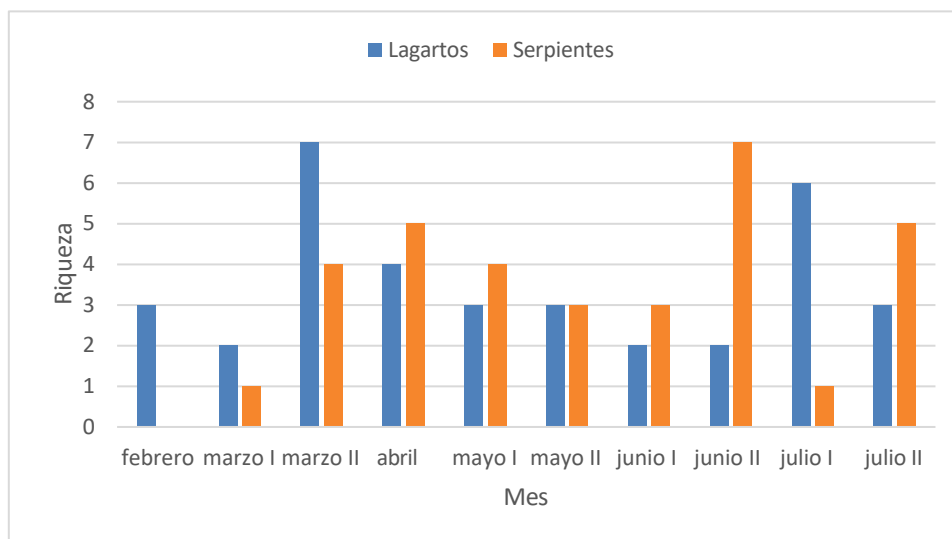


Figura 6. Variación mensual de la riqueza en lagartos y serpientes.

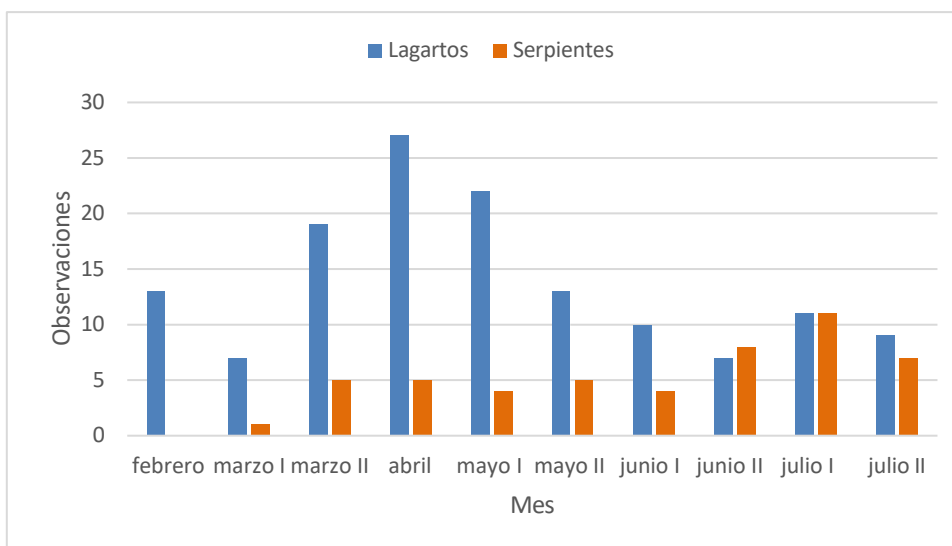


Figura 7. Variación mensual de la abundancia en lagartos y serpientes.

La riqueza de especies (q_0) fue similar entre estaciones. La diversidad de especies comunes (q_1), fue mayor en la estación lluviosa (8.0). De igual manera, la diversidad de especies dominantes (q_2), mostró valores más altos en la estación lluviosa (5.0) (Tabla 2).

No se encontró diferencias significativas en la abundancia entre la estación seca y lluviosa con la prueba U de Mann-Whitney ($U = 409.5$, $p = 0.52$), así como entre los meses de muestreo ($H = 7.26$, $p = 0.21$).

La curva de acumulación de especies combinada para lagartos y serpientes en Cerro Azul indica que el muestreo es incompleto. La curva no se aplana y no logra una representación de la riqueza total de especies, estimando que se puede encontrar especies adicionales (Fig. 8).

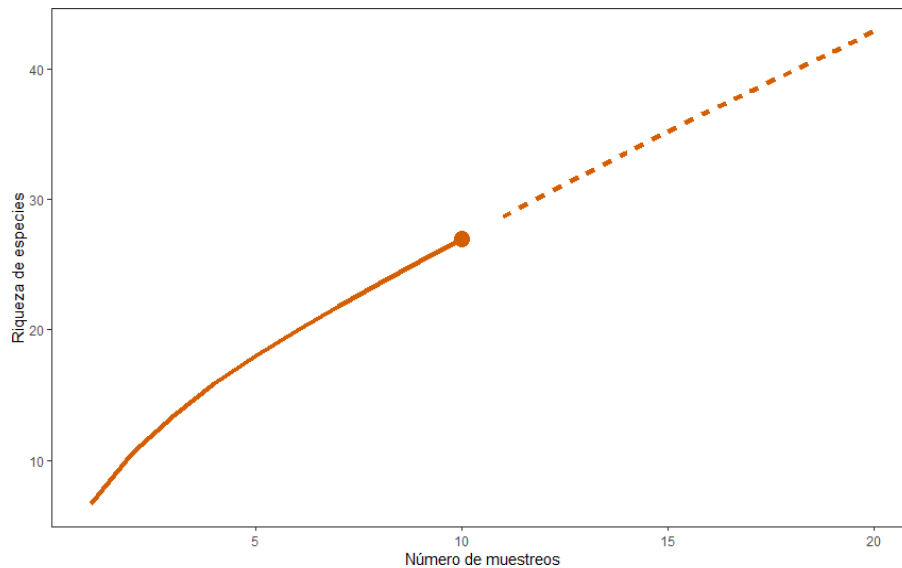


Figura 8. Curva de acumulación de especies de lagartos y serpientes. La línea sólida muestra la riqueza observada y la línea punteada la riqueza extrapolada estimada.

Respecto a la diferencia en la composición de reptiles durante los meses de muestreo, el dendrograma de similitud evidencia que los meses se asocian en dos grupos principales. El grupo 1 conformado por mayo II, junio I, junio II, julio II y julio I, y el grupo 2 constituido por marzo II, febrero, abril, mayo I y marzo I. En el grupo 1, los meses de junio I a julio II presentaron similitud alta (60%). En el grupo 2, los meses de abril y mayo I, forman un grupo con similitud de 64%. La distancia entre los dos grupos principales indica que hay diferencias en la composición de especies (Fig. 9).

Con el Análisis de Correspondencia Canónico se obtuvo que el primer eje canónico explica la mayor parte de la varianza (88.93%). El vector de la variable temperatura tiene una fuerte carga negativa en este eje (-0.98), mientras que el vector de la variable precipitación tiene una carga positiva considerable (0.80). Esto muestra que el primer eje principal diferencia los meses con temperaturas más altas y menor precipitación de los meses con temperaturas más bajas y mayor precipitación. Los lagartos tienen una carga negativa alta (-0.86) en este eje, indicando una posible asociación con temperaturas más altas y menor precipitación en relación con el primer eje. Las serpientes tienen una carga positiva (0.49), proponiendo una tendencia opuesta en relación con el primer eje.

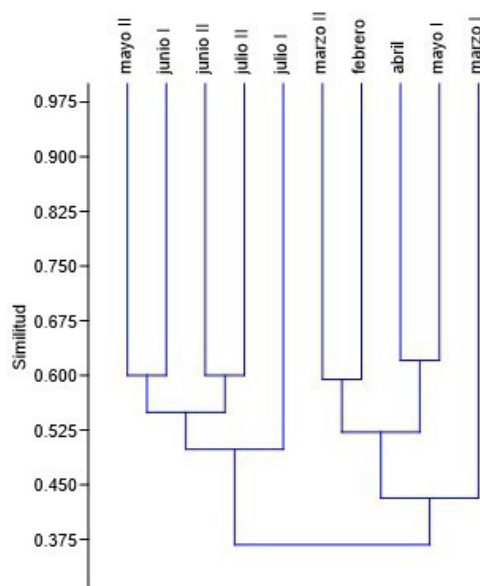


Figura 9. Dendrograma de similitud utilizando el Índice de Bray-Curtis para la clasificación de los muestreos de los ensambles de lagartos y serpientes.

El segundo eje canónico explica una porción menor de la varianza (11.07%). El vector de la variable precipitación también tiene una carga positiva importante en este eje (0.58), y las serpientes muestran una carga positiva alta (0.86), sugiriendo una asociación con este eje. La variable temperatura tiene una carga positiva pequeña (0.14) en este eje, y lagartos una carga negativa (-0.49) (Fig. 10).

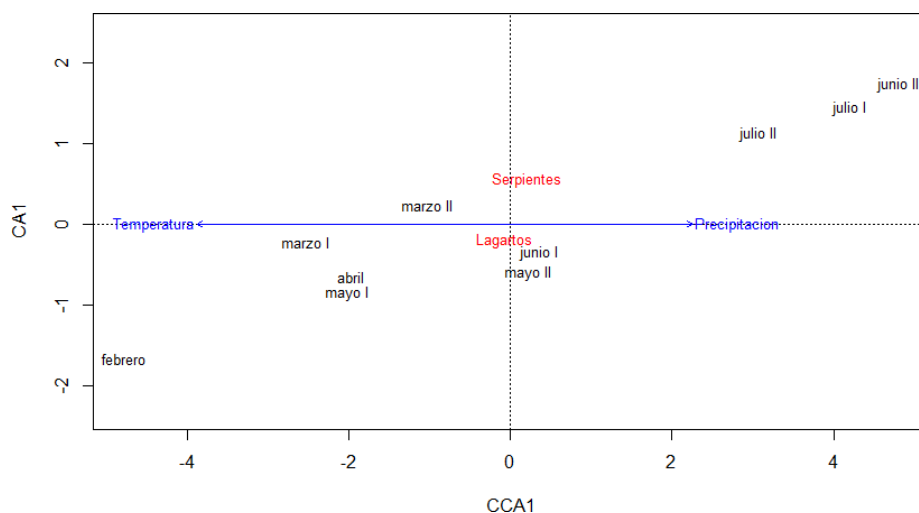


Figura 10. Análisis de Correspondencia Canónico mostrando la relación entre la abundancia de lagartos y serpientes y las variables ambientales (temperatura y precipitación).

Efecto de factores ambientales sobre lagartos y serpientes

La temperatura tiene una relación positiva con la abundancia de reptiles a lo largo de toda la distribución, aunque el efecto en la mediana no fue significativo (Tabla 3). La precipitación

obtuvo una asociación positiva con la abundancia, con la excepción de una relación negativa no significativa observada en la mediana (Tabla 3).

DISCUSIÓN

A pesar de un menor esfuerzo de muestreo comparado con Ibáñez *et al.* (1994), se registró un segmento importante de la diversidad de reptiles (45% serpientes, 35% lagartos) reportada para la Serranía Piedras Pacora, incluyendo registros nuevos como *Sibon argus*, *Sibon leucomelas* y *Urotheca guentheri* (Ibáñez *et al.*, 1994; Sosa Bartuano *et al.*, 2012).

Familia	Especie	ES	ELL	Total
Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	9	37	46
Anolidae	<i>Dactyloa frenata</i>	0	2	2
Anolidae	<i>Norops biporcatus</i>	2	1	3
Anolidae	<i>Norops poecilopus</i>	38	22	60
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	1	0	1
Hoplocercidae	<i>Enyalioides heterolepis</i>	0	1	1
Mabuyidae	<i>Marisora unimarginata</i>	1	0	1
Polychrotidae	<i>Polychrus gutturosus</i>	1	0	1
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	2	0	2
Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis xanthostigma</i>	13	9	22
Teiidae	<i>Ameiva praesignis</i>	1	0	1
Colubridae	<i>Chironius exoletus</i>	1	0	1
Colubridae	<i>Chironius grandisquamis</i>	0	4	4
Colubridae	<i>Leptophis occidentalis</i>	1	0	1
Colubridae	<i>Oxybelis brevirostris</i>	0	1	1
Dipsadidae	<i>Coniophanes fissidens</i>	2	2	4
Dipsadidae	<i>Hydromorphus concolor</i>	0	1	1
Dipsadidae	<i>Imantodes cenchoa</i>	2	4	6
Dipsadidae	<i>Imantodes inornatus</i>	1	2	3
Dipsadidae	<i>Leptodeira rhombifera</i>	1	0	1
Dipadidae	<i>Rhadinaea decorata</i>	0	1	1
Dipsadidae	<i>Sibon argus</i>	0	9	9
Dipsadidae	<i>Sibon leucomelas</i>	0	1	1
Dipsadidae	<i>Pliocercus euryzonus</i>	0	1	1
Dipsadidae	<i>Urotheca guentheri</i>	0	1	1
Elapidae	<i>Micrurus multifasciatus</i>	1	0	1
Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	2	0	2
Viperidae	<i>Bothriechis nigroadspersus</i>	0	2	2

Tabla 1. Lista de especies de lagartos y serpientes con el número de observaciones en los tres transectos, Parque Nacional Chagres. ES = estación seca; ELL = estación lluviosa.

Estación	q ₀	q ₁	q ₂
Seca	17	6.4	3.6
Lluviosa	18	8.0	5.0

Tabla 2. Valores de los números de Hill observados para cada estación. q₀: diversidad de orden cero (riqueza de especies), q₁: diversidad de orden 1 (especies comunes), y q₂: diversidad de orden 2 (especies dominantes).

El patrón obtenido de pocas especies dominantes y muchas raras es consistente con los resultados de estudios similares en el Neotrópico (Dunn, 1949; Pontes *et al.*, 2009; Ramírez-Bautista y Cruz-Elizalde, 2013; Cuesta Barrios y Rentería Moreno, 2018; Ramírez-Arce *et al.*, 2019; Batista *et al.*, 2020; Frazão *et al.*, 2020; Marques *et al.*, 2021; Andrews y Stanley, 2022; Aguirre *et al.*, 2024). Esto demuestra el patrón común de distribución desigual de la abundancia observado a nivel global (Lennon *et al.*, 2004; Enquist *et al.*, 2019). La dominancia de *Norops poecilopus* y *Basiliscus basiliscus* puede deberse al muestreo en hábitats riparios, influenciada por sus preferencias de hábitat (Campbell, 1973; Ibáñez *et al.*, 1994; Savage, 2002).

Cuantil	Variable	Coefficiente	Error estándar	Valor p
0.1	Temperatura	6,050	-	-
0.1	Precipitación	7	-	-
0.25	Temperatura	7,462	-	-
0.25	Precipitación	7	-	-
0.5	Temperatura	5,308	581	391
0.5	Precipitación	-8	2	752
0.75	Temperatura	3,340	-	-
0.75	Precipitación	2	-	-
0.9	Temperatura	6,001	-	-
0.9	Precipitación	9	-	-

Tabla 3. Coeficientes de regresión cuantílica para la abundancia de reptiles en función de la temperatura y precipitación.

Se observaron patrones estacionales en la abundancia de reptiles, pero no siempre de forma consistente con trabajos anteriores. La mayor abundancia de *N. poecilopus* durante la estación seca difiere con las observaciones de Campbell (1973) con mayores densidades en la estación lluviosa, lo que muestra posibilidad de respuestas especie-específicas a la estacionalidad, que pueden estar influenciadas por la fisiología, el comportamiento o la ecología de la especie (Márquez *et al.*, 2005; Eifler y Eifler, 2010). De manera similar, la mayor abundancia de *B. basiliscus* en la estación lluviosa es opuesta a los resultados de Van Devender (1982) con mayor abundancia en la estación seca, lo que parece indicar dinámicas de población local o disponibilidad estacional de recursos (Lattanzio y LaDuke, 2012).

La dominancia de *Sibon argus* es igual a lo registrado en Altos del María (Lewis *et al.*, 2013), demostrando que es relativamente frecuente en bosques montanos de elevación intermedia en Panamá central. La ausencia de registros de *Sibon* en Ibáñez *et al.* (1994) pudo deberse a fluctuaciones poblacionales.

La prueba U de Mann-Whitney no mostró diferencias estacionales significativas, posiblemente debido a un poder estadístico limitado. Sin embargo, el dendrograma de Jaccard y el Análisis de Correspondencia Canónico señalan una estructura temporal de los ensambles de lagartos y serpientes relacionada con la temperatura y precipitación. Esto muestra una estacionalidad en la composición de los ensambles, resultados similares en reptiles y otros taxones (Ford *et al.*, 1991; Hurlbert y Haskell, 2003; Leyte-Manrique *et al.*, 2016; Martínez-Hernández *et al.*, 2020; Peña-Joya *et al.*, 2020; Zapata *et al.*, 2023).

Aunque la abundancia de serpientes aumentó en la estación lluviosa, en similitud a los trabajos de Hartmann *et al.* (2009); Henderson y Hoevers (1977); Duarte Rocha *et al.* (2008), Barbo *et al.* (2011) y Leyte-Manrique *et al.* (2016), la regresión cuantílica obtuvo que la temperatura solo afectó significativamente la abundancia de serpientes en los meses con menor abundancia. De manera similar, aunque la abundancia de lagartos alcanzó su punto máximo en la estación seca, concordando con Guyer, 1986; Chalcraft y Andrews, 1999 y Stapley *et al.*, 2015, la temperatura no influyó significativamente en la abundancia de lagartos en los meses de alta abundancia.

CONCLUSIONES

Estos resultados demuestran la complejidad de la influencia de las variables ambientales en la abundancia de lagartos y serpientes y la necesidad de considerar otros factores ecológicos, como la disponibilidad de alimento y las interacciones bióticas. Además, las limitaciones del estudio, como el tamaño de muestra, pueden haber afectado la precisión de los resultados. Se brindan datos iniciales para futuros estudios ecológicos y de conservación en Cerro Azul y en áreas similares.

AGRADECIMIENTOS

A Daniel Rivera y José Madrid por el apoyo logístico. A Jorge Guerrel y Karla Ramos por el apoyo en campo. Al Ministerio de Ambiente de Panamá, como miembro del comité de monitoreo, por su continuo apoyo al proyecto de monitoreo de biodiversidad de SOMASPA. A Julián Rojas Morales de la Universidad de Caldas por sus valiosos comentarios y recomendaciones para mejorar el manuscrito.

LITERATURA CITADA

Aguirre, B., Griffith, E., & Sosa-Bartuano, Á. 2024. Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles asociada al sendero natural árboles cuadrados del Valle de Antón, Provincia de Coclé. *Revista Científica Vida Natural*, 2(1).

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2010. Atlas Ambiental de la República de Panamá. Primera Versión. Gobierno Nacional de la República de Panamá.

Andrews, R. M. 1991. Population stability of a tropical lizard. *Ecology*, 72(4), 1204-1217. <https://doi.org/10.2307/1941094>

Andrews, R., & Rand, A. S. 2022. Fifty years of observations on *Anolis* lizards at Barro Colorado Island, Panama. *Herpetologica*, 78(3), 145-153.

Araujo, A. F. B. 1991. Structure of a white sand-dune lizard community of coastal Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 51: 857-865.

Barbo, F. E., Marques, O. A., & Sawaya, R. J. 2011. Diversity, natural history, and distribution of snakes in the municipality of São Paulo. *South American Journal of Herpetology*, 6(3), 135-160.

Batista, A., Mebert, K., Miranda, M., Garcés, O., Fuentes, R. & Ponce, M. 2020. Endemism on a threatened sky island: new and rare species of herpetofauna from Cerro Chucantí, Eastern Panama. *Amphibian & Reptile Conservation*, 14(2), 27-46.

Beaupre, S. J., & Douglas, L. E. 2009. Snakes as indicators and monitors of ecosystem properties. *Snakes: ecology and conservation*, 244-261.

Campbell, H. W. 1973. Ecological observations on *Anolis lionotus* and *Anolis poecilopus* (Reptilia, Sauria) in Panama. *American Museum Novitates*, 2516.

Candanedo, I. & R. Samudio Jr. 2005. *Construyendo un Mecanismo para Medir el Éxito de la Conservación en el Alto Chagres*. Panamá.

Chalcraft, D. R., & R. M. Andrews. 1999. Predation on lizard eggs by ants: Species interactions in a variable physical environment. *Oecologia*, 119:285–292.

Colli, G.R., Araujo, A.F.B., Silveira, R., & Roma, F. 1992. Niche partitioning and morphology of two syntopic *Tropidurus* (Sauria: Tropiduridae) in Mato Grosso, Brazil. *Journal of Herpetology*. 26: 70 - 73.

Cortés-Gómez, A. M. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A., & Ladle, R. J. 2015. Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review. *Universitas Scientiarum*, 20(2), 229-245.

Cuesta Barrios, A. & Rentería Moreno, L. E. 2018. Comunidad de lagartos (Lacertilia: Squamata) en hábitats con diferentes tipos de cobertura vegetal, en el municipio de Tadó, Chocó, Colombia. *Revista Bioetnia*, 15(1), 44-53.

de Miranda, E. B. 2017. The plight of reptiles as ecological actors in the tropics. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 159.

de Pinho Werneck, F., Colli, G. R., & Vitt, L. J. 2009. Determinants of assemblage structure in Neotropical dry forest lizards. *Austral Ecology*, 34(1), 97-115.

Duarte Rocha, C. F., Bergallo, H. G., Vera y Conde, C. F., Bittencourt, E. B., & Santos, H. D. C. 2008. Richness, abundance, and mass in snake assemblages from two Atlantic Rainforest sites (Ilha do Cardoso, São Paulo) with differences in environmental productivity. *Biota Neotropica*, 8, 117-122.

Duellman, W .E. 1987. Lizards in an Amazonian rain forest community: resource utilization and abundance. *National Geographic Research*. 3: 489-500.

Dunn, E. R. 1949. Relative abundance of some Panamanian snakes. *Ecology*, 30(1), 39-57.

Enquist, B. J., Feng, X., Boyle, B., Maitner, B., Newman, E. A., Jørgensen, P. M., Roehrdanz, P. R., Thiers, B. M., Burger, J. R., Corlett, R. T., Couvreur, T. L. P., Dauby, G., Donoghue, J. C., Foden, W., . Lovett, J. C., Marquet, P. A., Merow, C., Midgley, G., Morueta-Holme, N., Neves, D. M., Oliveira-Filho,

A. T., Kraft, N. J. B., Park, D. S., Peet, R. K., Pillet, M., Serra-Díaz, J. M., Sandel, B., Schildhauer, M., Šímová, I., Violle, C., Wieringa, J. J., Wiser, S. K., Hannah, L., Svenning, J.-C. & McGill, B. J. 2019. The commonness of rarity: Global and future distribution of rarity across land plants. *Science advances*, 5(11), eaaz0414.

Eifler, D. A., & Eifler, M. A. 2010. Use of habitat by the semiaquatic lizard, *Norops aquaticus*. *The Southwestern Naturalist*, 55(3), 466-469.

Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits Jr, W. J., Van Buskirk, J., & McCollum, S. A. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist*, 147(2), 282-286.

Fleming, T. H., & Hooker, R. S. 1975. *Anolis cupreus*: the response of a lizard to tropical seasonality. *Ecology*, 56(6), 1243-1261.

Ford, N. B., Cobb, V. A., & Stout, J. 1991. Species diversity and seasonal abundance of snakes in a mixed pine-hardwood forest of eastern Texas. *The Southwestern Naturalist*, 171-177.

França, F. G., Mesquita, D. O., Nogueira, C. C., & Araújo, A. F. 2008. Phylogeny and ecology determine morphological structure in a snake assemblage in the Central Brazilian Cerrado. *Copeia*, 2008(1), 23-38.

Frazão, L., Oliveira, M. E., Menin, M., Campos, J., Almeida, A., Kaefer, I. L., & Hrbek, T. 2019. Species richness and composition of snake assemblages in poorly accessible areas in the Brazilian Amazonia. *Biota Neotropica*, 20(1), e20180661.

Gasnier, T.R., Magnusson, W.E., & Lima, A.P. 1994. Foraging activity and diet of four sympatric lizard species in a tropical rainforest. *Journal of Herpetology* 28: 187–192.

Gibbons, J. W., & Dorcas, M. E. 2004. *North American watersnakes: a natural history* (Vol. 8). University of Oklahoma Press.

Gonçalves-Sousa, J. G., Mesquita, D. O., & Ávila, R. W. 2019. Structure of a lizard assemblage in a semiarid habitat of the Brazilian Caatinga. *Herpetologica*, 75(4), 301-314.

Guyer, C. 1986. Seasonal patterns of reproduction of *Norops humilis* (Sauria: Iguanidae) in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 34: 247-251.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 9pp.

Hartmann, P. A., Hartmann, M. T., & Martins, M. 2009. Ecology of a snake assemblage in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 49, 343-360.

Heatwole, H., & Sexton, O. J. 1966. Herpetofaunal comparisons between two climatic zones in Panama. *American Midland Naturalist*, 45-60.

Henderson, R. W., & Hoevers, L. G. 1977. The seasonal incidence of snakes at a locality in northern Belize. *Copeia*, 349-355.

Hurlbert, A. H., & Haskell, J. P. 2003. The effect of energy and seasonality on avian species richness and community composition. *The American Naturalist*, 161(1), 83-97.

Ibáñez, R., F. Arosemena, F. Solís & Jaramillo, C. 1994. Anfibios y Reptiles de la Serranía Piedras-Pacora, Parque Nacional Chagres. *Scientia (Panamá)* 9(1):17-31.

James, C. D. 1994. Spatial and temporal variation in structure of a diverse lizard assemblage in arid Australia. *Lizard Ecology: Historical and Experimental Perspectives*, 287-317.

Jennions, M. D., & Møller, A. P. 2003. A survey of the statistical power of research in behavioral ecology and animal behavior. *Behavioral ecology*, 14(3), 438-445.

Köhler, G. 2003. *Reptiles of Central America*. Herpeton Verlag. Offenbach, Germany.

Lattanzio, M. S., & LaDuke, T. C. 2012. Habitat use and activity budgets of emerald basilisks (*Basiliscus plumifrons*) in northeast Costa Rica. *Copeia*, 2012(3), 465-471.

Lennon, J. J., Koleff, P., Greenwood, J. J., & Gaston, K. J. 2004. Contribution of rarity and commonness to patterns of species richness. *Ecology Letters*, 7(2), 81-87.

Leyte-Manrique, A., Morales-Castorena, J. P., & Escobedo-Morales, L. A. 2016. Variación estacional de la herpetofauna en el cerro del Veinte, Irapuato, Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(1), 150-155.

Lewis, T. R., Griffin, R. K., Grant, P. B., Figueroa, A., Ray, J. M., Graham, K. E., & David, G. 2013. Morphology and ecology of *Sibon* snakes (Squamata: Dipsadidae) from two forests in Central America. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 12(1), 47-55.

Magnusson, W. E., de Paiva, L. J., da Rocha, R. M., Franke, C. R., Kasper, L. A., & Lima, A. P. 1985. The correlates of foraging mode in a community of Brazilian lizards. *Herpetologica*, 41: 324-332.

Mack Prado, M., Martínez, V., Araúz, A. & Herrera L., K. 2024. Prospección con serpientes en cuatro distritos de la provincia de Chiriquí con aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG). *Tecnociencia*, 26(2):141-154.

Marques, R., Guedes, T. B., Lanna, F. M., Passos, D. C., Silva, W. P. D., & Garda, A. A. 2021. Species richness and distribution patterns of the snake fauna of Rio Grande do Norte state, northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93(suppl 3), e20191265.

Márquez, C., Mora, J. M., Bolaños, F., & Rea, S. 2005. Aspectos de la biología poblacional en el campo de *Anolis aquaticus*, Sauria: Polychridae en Costa Rica. *Ecología Aplicada*, 4(1-2), 59-69.

Martínez-Hernández, J. G., Brailovsky, H., Corona-López, A. M., Flores-Palacios, A., & Toledo-Hernández, V. H. 2020. Diversidad y estacionalidad de Coreidae (Hemiptera: Heteroptera) en el bosque tropical caducifolio en Morelos, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91.

Mesquita, D. O., Colli, G. R., & Vitt, L. J. 2007. Ecological release in lizard assemblages of neotropical savannas. *Oecologia*, 153, 185-195.

Molina Zuluaga, C., & Gutiérrez Cárdenas, D. A. 2007. Uso nocturno de perchas en dos especies de *Anolis* (Squamata: Polychrotidae) en un bosque Andino de Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 47, 273-281.

Olivera-Tlahuel, C., Pérez-Mendoza, H. A., Zúñiga-Vega, J. J., Rubio-Rocha, L. C., Bock, B. C., Rojas-González, R. I., Zamora-Abrego, J. G., Alzate, E., Ortega-León, A. M., Maceda-Cruz, R. J., Méndez-de la Cruz, F. R., Siliceo-Cantero, H. H. & Serna-Lagunes, R. 2017. Effect of toe-clipping on the survival of several lizard species. *Herpetological Journal*, 27(3).

Palmeirim, A. F., Vieira, M. V., & Peres, C. A. 2017. Herpetofaunal responses to anthropogenic forest habitat modification across the neotropics: insights from partitioning β -diversity. *Biodiversity and Conservation*, 26, 2877-2891.

Peña-Joya, K. E., Cupul-Magaña, F. G., Rodríguez-Zaragoza, F. A., Moreno, C. E., & Téllez-López, J. 2020. Spatio-temporal discrepancies in lizard species and functional diversity. *Community Ecology*, 21, 1-12.

Pianka, E.R. 1986. Ecology and natural history of desert lizards: analyses of the ecological niche and community structure. Princeton University Press, Princeton, N. J.

Pontes, J. A. L., Pontes, R. C., & Rocha, C. F. D. 2009. The snake community of Serra do Mendanha, in Rio de Janeiro State, southeastern Brazil: composition, abundance, richness and diversity in areas with different conservation degrees. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 795-804.

Ramírez-Arce, D.G., Vega-Coto, J., Zúñiga-Ortiz, A., Artavia- León, A., Baaijen, W. & Wasko, D.K. 2019. Snake diversity (Squamata: Serpentes) in Quebrada González Sector of Braulio Carrillo National Park, Costa Rica. *Herpetological Conservation and Biology* 14, 212–222.

Ramirez-Bautista, A., & Cruz-Elizalde, R. 2013. Reptile community structure in two fragments of cloud forest of the Sierra Madre Oriental, Mexico. *North-Western Journal of Zoology*, 9(2).

Ray, J. M., Montgomery, C. E., Mahon, H. K., Savitzky, A. H., & Lips, K. R. 2012. Goo-eaters: diets of the neotropical snakes *Dipsas* and *Sibon* in Central Panama. *Copeia*, 2012(2), 197-202.

Ricotta, C., & Podani, J. 2017. On some properties of the Bray-Curtis dissimilarity and their ecological meaning. *Ecological Complexity*, 31, 201-205.

Rocha, C. F. D., Bergallo, H. G., Vera y Conde, C. F., Bittencourt, E. B., & Santos, H. D. C. 2008. Richness, abundance, and mass in snake assemblages from two Atlantic Rainforest sites (Ilha do Cardoso, São Paulo) with differences in environmental productivity. *Biota Neotropica*, 8, 117-122.

Rodrigues, G. M., Maschio, G. F., & Prudente, A. L. D. C. 2016. Snake assemblages of Marajó Island, Pará state, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 33(01), e20150020.

Savage, J. M. 2002. *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. University of Chicago press, USA.

Sexton, O. J., Heatwole, H. F., & Meseth, E. H. 1963. Seasonal population changes in the lizard, *Anolis limifrons*, in Panama. *American Midland Naturalist*, 482-491.

Sexton, O. J., Ortleb, E. P., Hathaway, L. M., Ballinger, R. E., & Licht, P. 1971. Reproductive cycles of three species of anoline lizards from the Isthmus of Panama. *Ecology*, 52(2), 201-215. <https://doi.org/10.2307/1934579>

Sosa Bartuano, A.; Ibáñez, R. & Guerrel, J. 2012. Geographic distribution: *Urotheca guentheri* (Striped Glass-tailed Snake). *Herpetological Review* 43(2): 310.

Stapley, J., Garcia, M., & Andrews, R. M. 2015. Long-term data reveal a population decline of the tropical lizard *Anolis apletophallus*, and a negative affect of El Nino years on population growth rate. *PLoS One*, 10(2), e0115450.

Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J., & Martínez-Ramos, M. 2008. Effects of conversion of dry tropical forest to agricultural mosaic on herpetofaunal assemblages. *Conservation Biology*, 22(2), 362-374.

Telford Jr, S. R. 1971. Reproductive patterns and relative abundance of two microteiid lizard species in Panama. *Copeia*, 670-675.

Telford Jr, S. R., & Campbell, H. W. 1970. Ecological observations on an all female population of the lizard *Lepidophyma flavimaculatum* (Xantusiidae) in Panama. *Copeia*, 379-381.

Ter Braak, C. J., & Verdonschot, P. F. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic sciences*, 57, 255-289.

Turner, F. B. 1961. The relative abundance of snake species. *Ecology*, 42(3), 600-602.

Urbina-Cardona, J. N., Londoño-Murcia, M. C., & García-Ávila, D. G. 2008. Dinámica espacio-temporal en la diversidad de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Caldasia*, 30(2), 479-493.

Van Devender, R. W. 1982. Comparative demography of the lizard *Basiliscus basiliscus*. *Herpetologica*, 189-208.

Vieira, W. L. S., Brito, J. A. M., Morais, E. R. D., Vieira, D. C., Vieira, K. S., & Freire, E. M. X. 2020. Snakes in a seasonally dry tropical forest in northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 20, e20190850.

Vitt, L. J. 1991. An introduction to the ecology of Cerrado lizards. *Journal of Herpetology*, 79-90.

Vitt, L.J., & Carvalho, C.M. 1995. Niche partitioning in a tropical wet season: lizards in the lavrado area of northern Brazil. *Copeia*, 1995: 305 -329.

Vitt, L.J., & Pianka, E.R. (Editors). 1994. *Lizard ecology: historical and experimental perspectives*. Princeton University Press, Princeton, N. J.

Vitt, L. J., Pianka, E. R., Cooper Jr, W. E., & Schwenk, K. 2003. History and the global ecology of squamate reptiles. *The American Naturalist*, 162(1), 44-44.

Vitt, L. J., & Zani, P. A. 1996. Organization of a taxonomically diverse lizard assemblage in Amazonian Ecuador. *Canadian Journal of Zoology*, 74, 1313-1335.

Revista de Zoología. 39: 1-19. 2025

Zapata, W., Vergara-Moreno, D., Carrillo-Pallares, M., Segovia-Paccini, A., Navas S, G. R., & Malumbres-Olarte, J. 2023. Seasonal diversity of spider assemblages (Araneae: Arachnida) in the “Guillermo Piñeres” Botanical Garden, Turbaco—Colombia. *Neotropical Biodiversity*, 9(1), 17-28.

Zipkin, E. F., DiRenzo, G. V., Ray, J. M., Rossman, S., & Lips, K. R. 2020. Tropical snake diversity collapses after widespread amphibian loss. *Science*, 367(6479), 814-816.

Fecha de recepción: 21 de mayo de 2025

Fecha de recepción: 18 de julio de 2025